



Fisheries and Oceans
Canada
Science

Pêches et Océans
Canada
Sciences

CSAS

Canadian Science Advisory Secretariat

Research Document 2004/072

Not to be cited without
Permission of the authors *

**Consideration of the use of the .22
caliber rimfire Winchester magnum
cartridge for instant killing of young
harp seals (*Pagophilus groenlandicus*)**

SCCS

Secrétariat canadien de consultation scientifique

Document de recherche 2004/072

Ne pas citer sans
autorisation des auteurs *

**Considération de l'emploi de la
cartouche de calibre .22 Winchester
magnum à percussion annulaire pour
l'abattage instantané des jeunes
phoques du Groenland (*Pagophilus
groenlandicus*)**

Pierre-Yves Daoust, DVM, Ph.D.,¹ and / et Marc Cattet, B.Sc., M.Sc., DVM, Ph.D.²

¹ Canadian Cooperative Wildlife Health Centre
Department of Pathology and Microbiology
Atlantic Veterinary College, University of Prince Edward Island
550 University Avenue
Charlottetown, PE
C1A 4P3

² Canadian Cooperative Wildlife Health Centre
Department of Veterinary Pathology, Western College of Veterinary Medicine
University of Saskatchewan
52 Campus Drive
Saskatoon, SK
S7N 5B4

* This series documents the scientific basis for the evaluation of fisheries resources in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

This document is available on the Internet at:

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/>

* La présente série documente les bases scientifiques des évaluations des ressources halieutiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

Ce document est disponible sur l'Internet à:

ISSN 1499-3848 (Printed / Imprimé)
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2004
© Sa majesté la Reine, Chef du Canada, 2004

Canada



Abstract

The harp seal hunt in Atlantic Canada is the largest seal hunt in the world. Depending on ice conditions, young seals (beaters) are either killed with a rifle, with the shot aimed at the head, or by one or more blows to the top of the skull with a long wooden club (hakapik). According to many sealers, the types of rifle and ammunition currently authorized by the Marine Mammal Regulations of the Fisheries Act for this hunt are unnecessarily powerful for the size of the animals targeted. The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of an ammunition of lower power, the .22-caliber rimfire Winchester magnum cartridge (.22 magnum cartridge) to cause instantaneously lethal injury to the head of a beater. Intact heads collected from twelve beaters euthanized on the ice were shot under standardized conditions. Based on the damage caused to the skull under these conditions, we consider the .22 magnum cartridge to be sufficiently powerful to kill beaters in a humane manner when they are hit in the brain case from a distance of 40 m or less. However, as compared to ammunition of higher power, it may be more likely to injure a beater than to kill it instantaneously when hit elsewhere than in its brain case. Other factors, such as human safety and the hunter's marksmanship, may also need to be considered in the decision to allow or not the use of the .22 magnum cartridge. However, from an animal welfare perspective, a precautionary approach would suggest that this type of ammunition be not used during the harp seal hunt.

Résumé

La chasse au phoque du Groenland dans l'est du Canada est la plus grande chasse au phoque dans le monde. Dépendant de l'état des glaces, les jeunes phoques (brasseurs) sont tués avec une arme à feu, leur tête étant la cible, ou par un ou quelques coups sur le dessus du crâne avec un long bâton (hakapik). Selon plusieurs chasseurs de phoques, les types d'arme à feu et de munition présentement autorisés pour cette chasse par le Règlement sur les mammifères marins de la Loi sur les pêches sont excessivement puissants pour la grosseur des animaux ciblés. Le but de cette étude était d'évaluer l'efficacité d'un type de munition plus faible, soit la cartouche de calibre .22 Winchester magnum à percussion annulaire (cartouche .22 magnum), pour produire une blessure à la tête d'un brasseur qui soit instantanément létale. Des têtes intactes, prélevées chez douze brasseurs euthanasiés sur la glace, furent tirées à l'arme à feu dans des conditions standards. D'après l'étendue du dommage causé au crâne dans ces conditions, nous considérons que la cartouche .22 magnum est suffisamment puissante pour tuer des brasseurs d'une manière appropriée du point de vue du bien-être des animaux quand la balle frappe leur boîte crânienne à une distance de 40 m ou moins. Cependant, par rapport aux munitions plus puissantes, la cartouche .22 magnum semble avoir plus de chances de blesser un brasseur plutôt que de le tuer instantanément quand la balle le frappe ailleurs que dans la boîte crânienne. D'autres facteurs, tels que la sécurité des chasseurs et leur habileté à tirer avec une arme à feu, devraient sans doute aussi être inclus dans la décision de permettre ou non l'emploi de la cartouche .22 magnum. Cependant, du point de vue du bien-être des animaux, une approche prudente suggérerait que cette sorte de munition ne soit pas utilisée durant la chasse au phoque du Groenland.

Introduction

The harp seal hunt in the Gulf of St. Lawrence and at the Front (northeast of Newfoundland), in eastern Canada, is the largest seal hunt in the world (McLaren et al., 2001). Young harp seals, 4-6 weeks old, known as beaters, are the primary harvest of this hunt. The total allowable catch (TAC) in recent years was set at 275,000 animals out of an estimated total population of 5 million animals (McLaren et al., 2001). The Atlantic Seal Hunt 2003-2005 Management Plan has set the TAC at 950,000 seals over three years, "with an annual TAC up to 350,000 in any two years provided that the combined TAC over three years is maintained by a reduction in the TAC in the other years" (Anonymous, 2003). Depending on ice conditions, which influence the ease with which sealers can approach the animals, the latter are either killed with a rifle, with the shot aimed at the head (more specifically the brain case), or by one or more blows to the top of the skull (calvarium) with a hakapik (long wooden club with a metal ferrule at the striking end). A recent review of animal welfare issues surrounding the harp seal hunt suggests that, when used properly, the hakapik can kill a beater in a very rapid, humane manner (Daoust et al., 2002). The efficacy of the rifle in this respect is more difficult to evaluate because it can be influenced by several factors, including the marksmanship of the hunter, the bobbing movements of the sealing vessel and of the ice floe on which rests the seal, the movements of the animal itself, and the power of rifle and ammunition used. According to the current Marine Mammal Regulations of the Fisheries Act, seal hunters are not permitted to use rifles and ammunition that produce a muzzle velocity of less than 1,800 feet per second (ft/sec) and a muzzle energy of less than 1,100 foot-pounds (ft-lbs), and they are not permitted to use bullets with a full metal jacket (Marine Mammal Regulations, 1993). Many sealers are of the

Introduction

La chasse au phoque du Groenland dans le Golfe du St. Laurent et au Front (nord-est de Terre-Neuve), dans l'est du Canada, est la plus grande chasse au phoque dans le monde (McLaren et al., 2001). Les jeunes phoques du Groenland âgés de 4-6 semaines (brasseurs) constituent la récolte principale de cette chasse. Récemment, le total autorisé des captures (TAC) était de 275 000 animaux sur une population totale estimée à 5 million (McLaren et al., 2001). Le Plan de gestion 2003-2005 de la chasse au phoque de l'Atlantique a établi le TAC à 950 000 phoques sur une période de trois ans, "avec un TAC annuel maximum de 350 000 pour un an ou pour deux ans sur trois, dans la mesure où l'on réduit le TAC des autres années afin de ne pas dépasser le TAC triennal" (Anonyme, 2003). Selon les conditions de glace, qui influencent la facilité avec laquelle les chasseurs peuvent approcher les animaux, ces derniers sont tués à l'aide d'une arme à feu, leur tête (plus précisément la boîte crânienne) étant la cible, ou par un ou quelques coups sur le dessus du crâne (calotte crânienne) avec un hakapik (long bâton en bois avec un embout de métal sur l'extrémité frappante). Une récente revue du traitement des animaux durant la chasse au phoque du Groenland suggère que, lorsqu'il est bien employé, le hakapik peut tuer un brasseur très rapidement et d'une manière acceptable du point de vue du traitement des animaux (Daoust et al., 2002). L'efficacité d'une arme à feu de ce point de vue est plus difficile à évaluer parce qu'elle peut être influencée par plusieurs facteurs, dont l'habileté du chasseur, le roulis du bateau de chasse et celui de l'îlot de glace sur lequel repose le phoque, les mouvements de l'animal même, et la puissance de l'arme à feu et des munitions employées. Selon le Règlement sur les mammifères marins de la Loi sur les pêches présentement en vigueur, les chasseurs de phoque ne sont pas autorisés à employer des

opinion that cartridges meeting these criteria are unnecessarily powerful for the size of the animals targeted (beaters, at an average weight of 30 kg) and that the Regulations may have been designed for hunting adult seals. Based on the experience of these sealers, a .22-caliber rimfire magnum cartridge (firing a bullet with lower velocity and energy) is a better ammunition than centerfire cartridges of the same or higher caliber for killing beaters: it has sufficient killing power when the shot is aimed at the brain case, it causes less damage to the pelt, it is safer for use on the ice because of its shorter range, and it is less expensive.

The purpose of the work described in this report was to study the effectiveness of the .22-caliber rimfire Winchester magnum cartridge to cause instantaneously lethal injury to the head (skull and associated soft tissues) of a beater. One approach for such study could be based on field observations during the seal hunt. By necessity and as outlined above, this would include several variables inherent in this type of hunt, thus complicating the interpretation of results. An alternative method would be to collect intact heads of beaters so that these can be shot under controlled conditions. A disadvantage of this approach is that post-mortem traumatic damage to the head does not result in the full range of lesions, particularly hemorrhage, that would occur in the live animal. Nonetheless, both approaches are valid and should provide complementary information. This report

armes à feu et des munitions produisant une vitesse initiale de moins de 1,800 pieds par seconde (pieds/sec) et une énergie initiale de moins de 1,100 pieds-livres (pi-lb), et ils ne sont pas autorisés à employer des balles avec une enveloppe métallique complète (Règlement sur les mammifères marins, 1993). Plusieurs chasseurs de phoque sont de l'avis que les cartouches réglementaires sont excessivement puissantes pour la grosseur des animaux ciblés (brasseurs, d'un poids moyen de 30 kg) et que le Règlement a possiblement été conçu pour la chasse au phoque adulte. Selon l'expérience de ces chasseurs, une cartouche de calibre .22 magnum à percussion annulaire (tirant une balle avec moins de vitesse et d'énergie) est une meilleure sorte de munitions pour tuer des brasseurs que les cartouches à percussion centrale de calibre similaire ou plus gros: elle a suffisamment de puissance pour tuer ces animaux quand la balle est dirigée vers la calotte crânienne, elle cause moins de dommage à la fourrure, elle est plus sécuritaire pour l'emploi sur la glace à cause de sa portée plus courte, et elle est moins dispendieuse.

Le but du travail décrit dans ce rapport était d'étudier l'efficacité de la cartouche de calibre .22 Winchester magnum à percussion annulaire à causer une blessure instantanément mortelle à la tête (crâne et tissus mous) d'un brasseur. Une approche possible pour ce genre d'étude pourrait être basée sur des observations sur le terrain durant la chasse au phoque. Inévitablement et tel qu'indiqué plus haut, une telle approche inclurait plusieurs éléments variables inhérents à ce genre de chasse, ce qui compliquerait l'interprétation des résultats. Une méthode alternative serait de prélever des têtes intactes de brasseurs pour qu'elles puissent être tirées à l'arme à feu dans des conditions contrôlées. Un désavantage de cette approche est que le dommage traumatique post-mortem produit au niveau de la tête n'inclut pas toute la gamme de lésions, particulièrement l'hémorragie, qui surviendrait chez un animal

describes the results of observations based on the latter approach.

Materials and Methods

In early April 2003, one of the authors (PYD) accompanied sealers from Magdalen Islands, Québec, during their hunt in the Gulf of St. Lawrence. The intact head and neck (including blubber and skin) of 12 beaters were collected after injection of xylazine (≥ 25 mg) and ketamine (≥ 125 mg) into the intravertebral extradural venous sinus, followed a few minutes later by a lethal intravenous dose of potassium chloride (≥ 35 mEq) (Protocol #03-018, Animal Care Committee, University of Prince Edward Island). An overdose of potassium in blood causes cardiac arrest and is considered a humane and acceptable method of euthanasia in anesthetized animals (AVMA, 2001). The heads were frozen at -20°C on the same day of collection and kept frozen until the day prior to the ballistic study.

In late June 2003, an open field was used to assess the effectiveness of three types of .22-caliber cartridges and bullets to damage the heads of the beaters, only one of which (22-250 centerfire cartridge) met the current Marine Mammal Regulations of the Fisheries Act (Table 1). All seal heads were completely thawed before tests were carried out. Each head was placed on a wooden platform, its left side facing the shooter. The shooter was located 40 m from the target (a distance which, according to most hunters, is rarely exceeded when they shoot seals), on a low hill approximately 3-4 m above the target (a height corresponding to that from the upper deck of a sealing vessel to the surface of the ice floes). Traumatic lesions caused to

vivant. Ces deux approches sont tout de même valides et devraient fournir des données complémentaires. Ce rapport décrit les résultats d'observations basées sur la seconde approche.

Matériel et méthodes

Au début d'avril 2003, un des auteurs (PYD) accompagna des chasseurs de phoque des Îles de la Madeleine, Québec, durant leur chasse dans le Golfe du St. Laurent. La tête et le cou intacts (incluant pannicule adipeux et peau) de 12 brasseurs furent recueillis après injection de xylazine (≥ 25 mg) et de kétamine (≥ 125 mg) dans le sinus veineux intravertébral extradural, suivi quelques minutes plus tard d'une injection intraveineuse létale de chlorure de potassium (≥ 35 mEq) (Protocole #03-018, Animal Care Committee, University of Prince Edward Island). Une surdose de potassium dans le sang produit un arrêt cardiaque et, du point de vue du traitement approprié des animaux, est considérée comme étant une méthode acceptable d'euthanasie chez des animaux anesthésiés (AVMA, 2001). Les têtes furent congelées à -20°C la même journée de leur prélèvement et furent gardées congelées jusqu'à la veille de l'étude balistique.

Vers la fin de juin 2003, un grand champ fut utilisé pour déterminer l'efficacité de trois sortes de cartouches et balles de calibre .22 à endommager les têtes de brasseurs; une seule de ces cartouches (cartouche 22-250 à percussion centrale) rencontrait les exigences du Règlement sur les mammifères marins de la Loi sur les pêches présentement en vigueur (Tableau 1). Toutes les têtes de phoque furent complètement dégelées avant d'être employées. Chaque tête fut placée sur une plate-forme de bois, son côté gauche faisant face au tireur. Celui-ci était situé à 40 m de la cible (une distance qui, selon la majorité des chasseurs, est rarement excédée quand ils tirent sur les phoques), sur une petite colline approximativement 3-4 m plus haute que

each head were briefly recorded and photographed in the field. All heads were then labelled, refrigerated, and transported to a necropsy room for detailed examination within 48 hours.

Results

Details of the traumatic lesions observed in each of the 12 heads are given in Appendix A. Because of the post-mortem nature of these lesions and because the brain consists largely of cells, with little connective tissue support, and therefore readily breaks down as a result of freezing and thawing, description of the lesions was limited to the entry and exit sites of the bullets and to the skull fractures caused by these bullets. An assessment of lesions such as hemorrhage and tears in the nervous tissue, which would have been possible if live animals had been used, was excluded in this study.

Eight heads were shot with a .22-caliber rimfire Winchester magnum cartridge using a 50-grain, jacketed hollow-point (.22 RM-JHP) bullet. In six of these heads (#2-4 and #6-8), the brain case of the skull was struck directly, causing extensive multiple fractures that involved the calvarium (top of the skull) and, in most instances, the floor of the cranial cavity as well (Figure 1). Despite these multiple fractures, the bone fragments generally showed little or no displacement in relation to each other, still being partly held together by soft subcutaneous tissues externally and the dura mater (tough fibrous sheet surrounding the brain) internally. In four of these six heads, however, some parts of the brain case were completely shattered, implying extensive tearing of the dura mater (Figure 2).

la cible (une hauteur correspondant à celle entre le pont supérieur du bateau de chasse et la surface de la glace). Les lésions traumatiques infligées à chaque tête furent enregistrées brièvement et photographiées sur le terrain. Toutes les têtes furent ensuite étiquetées, réfrigérées et transportées à une salle de nécropsie pour un examen détaillé en moins de 48 heures.

Résultats

La description détaillée des lésions traumatiques observées dans chacune des 12 têtes est présentée dans l'Appendice A. Étant donné que ces lésions étaient survenues après la mort de l'animal et que le cerveau est formé en grande partie de cellules, avec peu de tissu conjonctif de soutien, et par conséquent se désintègre facilement suite au gel et dégel, la description des lésions fut limitée aux points d'entrée et de sortie des balles et aux fractures du crâne causées par ces balles. Une évaluation de lésions telles que l'hémorragie et les déchirures du tissu nerveux, qui aurait été possible si des animaux vivants avaient été employés, a été exclue de cette étude.

Huit têtes furent atteintes avec une cartouche de calibre .22 Winchester magnum à percussion annulaire et une balle de 50 grains enveloppée à pointe creuse (balle .22 M-PA-PC). Dans six de ces têtes (#2-4 et #6-8), la boîte crânienne fut frappée directement, résultant en plusieurs fractures sévères affectant la calotte crânienne (dessus du crâne) et, dans la majorité des cas, le plancher de la cavité crânienne (Figure 1). Malgré ces fractures multiples, il y avait en général peu ou pas de déplacement entre les fragments osseux, ceux-ci continuant à être maintenus ensemble partiellement par le tissu mou sous-cutané à l'extérieur et par la dure-mère (membrane fibreuse robuste entourant le cerveau) à l'intérieur. Cependant, dans quatre de ces six têtes, certaines parties de la boîte

Several small bullet fragments could be found in the entry and/or exit sites of most of these heads.

With one exception (entry site of head #2), examination of all entry and exit sites showed a wider cavity in the blubber than in the skin. In two heads, the absence of an exit wound and the presence of one or two large bullet fragments within soft tissues on the right side of the head indicated that all the bullet material had been retained within the head.

In one of two heads in which the .22 RM-JHP bullet missed the brain case (#1), the bullet struck the upper part of the snout, just rostral (anterior) to the eyes. The impact caused fractures of the left side of the rostral portion of the brain case, but the dura mater was not breached (Figure 3). In the second head (#5), the bullet went through soft tissues (including the trachea) beneath the skull but also fractured the left tympanic bulla (bony component of the middle ear and part of the left temporal bone of the skull). The impact also caused multiple fractures of the floor of the cranial cavity, but without breaching the dura mater (Figure 4).

Two heads were shot with a .22-caliber rimfire Winchester magnum cartridge using a 40-grain, full metal jacket (.22 RM-FMJ) bullet. In both heads (#9 and #10), the brain case was struck directly, causing extensive multiple fractures comparable to those caused by the .22 RM-JHP bullet. The bullet was heard to ricochet from the ground after its exit from one of these two heads.

Two heads were shot with a 22-250-caliber centerfire cartridge using a 55-grain, soft-point (22-250 C-SP) bullet. Damage to these heads

crânienne étaient complètement pulvérisées, ce qui impliquait que la dure-mère avait également été déchirée considérablement (Figure 2). Plusieurs petits fragments de balle pouvaient être trouvés dans les points d'entrée et/ou de sortie de la plupart des têtes. Sauf dans un cas (point d'entrée de la tête #2), l'examen de tous les points d'entrée et de sortie révéla une cavité plus large dans le pannicule adipeux que dans la peau. Dans deux têtes, l'absence d'une blessure de sortie et la présence d'un ou deux gros fragments de balle dans le tissu mou du côté droit de la tête indiquait que tout le matériel de la balle était demeuré dans la tête.

Dans deux des têtes où la balle .22 M-PA-PC manqua la boîte crânienne (#1), la balle frappa la partie supérieure du museau, juste en avant des yeux. L'impact produisit des fractures dans le côté gauche de la partie antérieure de la boîte crânienne, mais pas de rupture de la dure-mère (Figure 3). Dans la seconde tête (#5), la balle passa à travers les tissus mous (incluant la trachée) sous le crâne mais fractura aussi la bulle tympanique gauche (composant osseux de l'oreille moyenne et partie de l'os temporal gauche du crâne). L'impact produisit également plusieurs fractures du plancher de la cavité crânienne, mais sans rupture de la dure-mère (Figure 4).

Deux têtes furent visées avec une cartouche de calibre .22 Winchester magnum à percussion annulaire et une balle de 40 grains avec enveloppe métallique complète (balle .22 M-PA-EMC). Dans les deux têtes (#9 et #10), la boîte crânienne fut frappée directement, résultant en plusieurs fractures sévères comparables à celles causées par la balle .22 M-PA-PC. On entendit la balle ricocher sur le sol à sa sortie d'une de ces deux têtes.

Deux têtes furent atteintes avec une cartouche de calibre 22-250 à percussion centrale et une balle de 55 grains à pointe molle (balle 22-250 PC-

was much more severe than with the two other types of ammunition. In one head (#11) that was intentionally shot in its rostral part, the whole snout and much of the mandible were destroyed.

In addition, even though the bullet had not hit the brain case directly, multiple fractures were produced in the calvarium and floor of the cranial cavity (Figure 5). The other head (#12) was shot in the brain case, resulting in its complete destruction and collapse (Figure 6).

Discussion

A normal increase in thickness of the brain case of animals with age and wide variations in the configuration of the skull among different species of seals do not allow us to extrapolate the results of this study beyond the age group and species that we used. Studies similar to this one would need to be conducted on each individual age group and species of seal in order to obtain comparable information.

The .22 RM-JHP bullet was able to cause extensive fractures in the brain case of harp seal heads and would likely cause instantaneous death in live beaters shot directly in the brain case. The primary factor accounting for the wide extent of these fractures is the confinement of the brain within the rigid brain case. Passage of a bullet at high speed through soft tissue normally forces this tissue laterally, thus producing a temporary cavity much larger than the bullet (MacPherson, 1994). Tissue constrained within a rigid cavity, such as the brain, has no space to stretch; it is instead crushed, and the energy that would normally expand the soft tissue is transferred directly to the walls of the cavity, thus causing multiple fractures. It is less likely that a .22 RM-JHP bullet hitting a part of the head other than the brain case would cause

PM). Le dommage à ces têtes fut beaucoup plus sévère qu'avec les deux autres sortes de munitions. Dans une tête (#11), qui fut tirée intentionnellement dans sa partie antérieure, tout le museau et une grande partie de la mandibule furent détruits. De plus, même si la balle ne frappa pas directement la boîte crânienne, plusieurs fractures furent produites dans la calotte crânienne et dans le plancher de la cavité crânienne (Figure 5). L'autre tête (#12) fut frappée dans la boîte crânienne, résultant en une destruction et un effondrement complets de celle-ci (Figure 6).

Discussion

Une augmentation normale de l'épaisseur de la boîte crânienne des animaux avec l'âge et de grandes variations dans la configuration du crâne chez différentes espèces de phoques ne nous permettent pas d'extrapoler les résultats de cette étude au-delà du groupe d'âge et de l'espèce que nous avons utilisés. Il serait nécessaire de faire des études similaires à celle-ci pour chaque groupe d'âge et pour chaque espèce de phoque afin d'obtenir des données comparables.

La balle .22 M-PA-PC fut capable de produire des fractures sévères dans la boîte crânienne des têtes de phoque du Groenland et causerait probablement la mort instantanée de brasseurs vivants tirés directement dans la boîte crânienne. Le facteur principal responsable de la grande étendue de ces fractures est le confinement du cerveau dans la boîte crânienne. Normalement, le passage à haute vitesse d'une balle dans un tissu mou pousse ce tissu latéralement, produisant ainsi une cavité temporaire beaucoup plus grosse que la balle elle-même (MacPherson, 1994). Un tissu tel que le cerveau confiné dans une cavité rigide n'a pas d'espace pour s'étirer; il est plutôt écrasé, et l'énergie qui agrandirait normalement le tissu mou est transférée directement à la paroi de la cavité, produisant ainsi des fractures multiples. Il est moins

sufficient damage to result in instantaneous death or irreversible loss of consciousness. In two such instances (#1 and #5), the bullet fractured parts of the brain case through cavitation (Fackler, 1988, 1996; MacPherson, 1994), but the dura mater remained intact. The resulting trauma to the brain might have caused loss of consciousness in the live animal, but perhaps only of a temporary nature. By comparison, a 22-250 C-SP bullet that hit one of the heads in the snout (#11) caused extensive fractures of the brain case which likely would have resulted in instantaneous death or irreversible loss of consciousness.

The wider cavity in the blubber than in the skin in most entry and exit holes examined indicated the effects of bullet fragmentation and of cavitation (Fackler, 1998; MacPherson, 1994). In two of six heads in which the brain case was hit directly by a .22 RM-JHP bullet, all the bullet material was retained in the head. This is a desirable outcome, because it implies that the whole wounding potential of the bullet has been dissipated within the head, causing maximal damage. In addition, retention of most or all of the bullet material in the targeted animal helps ensure that other seals in close proximity are not wounded by stray bullet fragments. In contrast, the ricochet of the bullet heard after its exit from one of the two heads shot with a .22 RM-FMJ bullet implied that it had maintained a substantial level of velocity and, on the ice, could have injured other seals and also would have represented a potential hazard for other sealing vessels in the vicinity. It is for this reason that the .22 RM-FMJ bullet should continue to be disallowed for the seal hunt.

probable qu'une balle .22 M-PA-PC frappant une partie de la tête autre que la boîte crânienne causerait suffisamment de dommage pour entraîner la mort instantanée ou une perte de conscience irréversible. Dans deux cas de ce genre (#1 et #5), la balle fractura une partie de la boîte crânienne par un processus de cavitation (Fackler, 1988, 1996; MacPherson, 1994), mais la dure-mère demeura intacte. Le traumatisme au cerveau résultant de ces fractures aurait possiblement causé une perte de conscience chez l'animal, mais peut-être seulement temporaire. Par comparaison, une balle 22-250 PC-PM qui frappa une des têtes dans le museau (#11) produisit des fractures sévères de la boîte crânienne qui auraient probablement causé la mort instantanée ou une perte de conscience irréversible.

La cavité plus large dans le pannicule adipeux que dans la peau de la majorité des trous d'entrée et de sortie examinés indiquait les effets de fragmentation de la balle et de cavitation causée par celle-ci (Fackler, 1998; MacPherson, 1994). Dans deux de ces têtes où la boîte crânienne avait été frappée directement par une balle .22 M-PA-PC, tout le matériel de la balle demeura dans la tête. Ceci est un résultat souhaitable, puisqu'il implique que toute la capacité de blesser de la balle est dissipée à l'intérieur de la tête, causant ainsi un dommage maximum. De plus, la rétention de la majorité ou de la totalité du matériel de la balle dans l'animal ciblé aide à éviter que d'autres phoques à proximité ne soient blessés par des fragments de balle perdus. Au contraire, le ricochet d'une balle entendu après sa sortie d'une des deux têtes visées avec une balle .22 M-PA-EMC impliquait que cette balle avait conservé un niveau de vitesse substantiel et, que sur la glace, elle aurait pu blesser d'autres phoques et aurait également représenté un danger possible pour les autres bateaux de chasse avoisinants. C'est pour cette raison que la balle .22 M-PA-EMC devrait continuer à être défendue pour la chasse au phoque.

The 22-250 C-SP bullet caused much more damage to the pelt than either the .22 RM-JHP or -FMJ bullets, although, at the hunt, this factor pertains to financial considerations, not animal welfare. Ammunition of lower velocity and energy than the 22-250 C-SP bullet but still meeting the current Marine Mammal Regulations, such as that fired from a .222 rifle (muzzle velocity, ~3,150 ft/sec; muzzle energy, ~1,100 ft-lbs) or a .223 rifle (muzzle velocity, ~3,300 ft/sec; muzzle energy, ~1,200 ft-lbs), are probably used more commonly during the seal hunt. However, observations by one of the authors (PYD) at the Front suggest that this type of ammunition can cause almost as much damage to the skull and pelt as a 22-250 C-SP bullet. Ammunition with higher velocity and, therefore, longer range should also raise concerns about public safety. However, shots from a sealing vessel are generally aimed downward at the seals, and a bullet of small weight and with high velocity missing the target would likely disintegrate completely on impact with ice or water. Nonetheless, human safety associated with the use of ammunition of high velocity remains an important issue to consider in regulations on the use of rifles of different calibers for the seal hunt.

In conclusion, we believe that the .22 RM-JHP bullet is sufficiently powerful to kill beaters in a humane manner when they are hit in the brain case from a distance of 40 m or less. However, we also believe that there are more chances that a young seal will be injured rather than killed instantaneously if hit elsewhere than in its brain case with a .22 RM-JHP bullet as compared to ammunition of higher power as listed in the Marine Mammal Regulations. Therefore, a

La balle 22-250 PC-PM causa beaucoup plus de dommage à la fourrure que la balle .22 M-PA-PC ou la balle .22 M-PA-EMC, quoiqu'à la chasse, ce facteur est d'ordre financier et ne concerne pas le bien-être des animaux. Des munitions de moindre vitesse et énergie que la balle 22-250 PC-PM, mais qui rencontrent quand même les exigences du Règlement sur les mammifères marins présentement en vigueur, telles que celles tirées d'une arme à feu .222 (vitesse initiale, ~3,150 pieds/sec; énergie initiale, ~1,100 pi-lb) ou .223 (vitesse initiale, ~3,300 pieds/sec; énergie initiale, ~1,200 pi-lb), sont probablement utilisées plus fréquemment durant la chasse au phoque. Cependant, les observations d'un des auteurs (PYD) au Front suggèrent que cette sorte de munition peut causer presque autant de dommage au crâne et à la fourrure que la balle 22-250 PC-PM. Des munitions de plus haute vitesse et donc de plus longue portée devraient aussi susciter une certaine inquiétude quant à la sûreté publique. Cependant, les tirs à partir d'un bateau de chasse au phoque sont généralement dirigés vers le bas, et une balle de petit poids et avec une vitesse rapide qui manquerait sa cible se désintégrerait probablement complètement à son impact sur l'eau ou la glace. Tout de même, la sûreté humaine associée à l'emploi de munitions de haute vitesse demeure un facteur important à considérer en ce qui concerne les règlements sur l'utilisation d'armes à feu de différents calibres durant la chasse au phoque.

En conclusion, nous croyons que la balle .22 M-PA-PC a suffisamment de puissance pour tuer des brasseurs d'une manière appropriée quand elle frappe leur boîte crânienne à une distance de 40 m ou moins. Cependant, nous croyons aussi qu'un jeune phoque a plus de chances d'être blessé plutôt que d'être tué instantanément s'il est frappé ailleurs que dans sa boîte crânienne par une balle .22 M-PA-PC, au lieu de munitions plus puissantes comme celles listées dans le

precautionary approach would suggest that this type of ammunition be not used during the harp seal hunt. Nevertheless, from the perspective of animal welfare, the quality of any hunt depends at least as much on the ethics and ability of the hunter as on the killing potential of the weapon used. We encourage Fisheries and Oceans Canada to follow this study with field observations.

Acknowledgments

Fisheries and Oceans Canada provided logistical support for this study. We are very thankful for the comments of Dr. Martin Fackler, Dr. Mike Hammill and Dr. Art Ortenburger during preparation of an earlier draft of this report and for those of Dr. Chris Harvey-Clark, Dr. Garry Stenson and Dr. Gary Wobeser prior to its completion. We also thank the captain and crew of the sealing vessel Francis Éric for their help in collecting samples on the ice.

References

- American Veterinary Medical Association (AVMA). 2001. 2000 Report of the AVMA Panel on Euthanasia. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 218: 670-696.
- Anonymous. 2003. Atlantic Seal Harvest - Management Plan 2003-2005. Fisheries Resource Management - Atlantic. Fisheries and Oceans Canada, Ottawa, Ontario. 30 pp.
- Daoust P-Y, A Crook, TK Bollinger, KG Campbell, J Wong. 2002. Animal welfare and the harp seal hunt in Atlantic Canada. *Canadian Veterinary Journal* 43:687-694.

Règlement sur les mammifères marins. Par conséquent, une approche prudente suggérerait que cette sorte de munition ne soit pas utilisée durant la chasse au phoque du Groenland. Tout de même, du point de vue du bien-être des animaux, la qualité de n'importe quelle chasse dépend au moins autant du comportement éthique et de l'habileté du chasseur que de la capacité à tuer de l'arme employée. Nous encourageons Pêches et Océans Canada à poursuivre cette étude avec des observations sur le terrain.

Remerciements

Pêches et Océans Canada a fourni le support logistique pour cette étude. Nous sommes très reconnaissants des commentaires de Dr. Martin Fackler, Dr. Mike Hammill et Dr. Art Ortenburger durant la préparation d'une première version de ce rapport et de ceux de Dr. Chris Harvey-Clark, Dr. Garry Stenson and Dr. Gary Wobeser durant la préparation de la version finale. Nous remercions aussi le capitaine et l'équipage du bateau de chasse Francis Éric pour leur aide lors de la collecte des échantillons sur la glace.

Références

- American Veterinary Medical Association (AVMA). 2001. 2000 Report of the AVMA Panel on Euthanasia. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 218: 670-696.
- Anonyme. 2003. Chasse au phoque de l'Atlantique - Plan de gestion 2003-2005. Gestion des ressources halieutiques - Atlantique. Pêches et Océans Canada, Ottawa, Ontario. 31 pp.
- Daoust P-Y, A Crook, TK Bollinger, KG Campbell, J Wong. 2002. Animal welfare and the harp seal hunt in Atlantic Canada. *Canadian Veterinary Journal* 43:687-694.

- Evans HE (ed.). 1993. Miller's Anatomy of the Dog. W.B. Saunders Company, Toronto, 3rd edition, 1113 pp.
- Fackler, ML. 1988. Wound ballistics. A review of common misconceptions. *Journal of the American Medical Association* 259:2730-2736.
- Fackler ML. 1996. Gunshot wound review. *Annals of Emergency Medicine* 28:194-203.
- MacPherson, D. 1994. Bullet penetration: modeling the dynamics and the incapacitation resulting from wound trauma. Ballistic Publications, El Segundo, California, 303 pp.
- Marine Mammal Regulations. 1993. SOR/93-56. The Canada Gazette, Part II, vol 127, no 4, 18 pp.
- McLaren I, S Brault, J Harwood, D Vardy. 2001. Report of the eminent panel on seal management. Department of Fisheries and Oceans, Ottawa, Canada, 143 pp.
- Pavletic MM. 1986. Gunshot wounds in veterinary medicine: projectile ballistics. Part I. *Compendium of Continuing Education for the Practicing Veterinarian* 8:47-60.
- Paul's Silhouette. June 2003. Rimfire ballistics - .22-caliber ballistic comparison table. <http://www3.sk.sympatico.ca/proszak/Rimfire%20Ballistics.html>. Accessed on August 5, 2003.
- Warner K (ed.). 1988. Gun Digest. 42nd Annual Edition, DBI Books Inc., Northbrook, Illinois, 480 pp.
- Evans HE (ed.). 1993. Miller's Anatomy of the Dog. W.B. Saunders Company, Toronto, 3rd edition, 1113 pp.
- Fackler, ML. 1988. Wound ballistics. A review of common misconceptions. *Journal of the American Medical Association* 259:2730-2736.
- Fackler ML. 1996. Gunshot wound review. *Annals of Emergency Medicine* 28:194-203.
- MacPherson, D. 1994. Bullet penetration: modeling the dynamics and the incapacitation resulting from wound trauma. Ballistic Publications, El Segundo, California, 303 pp.
- Règlement sur les mammifères marins. 1993. DORS/93-56. La Gazette du Canada, Partie II, vol 127, no 4, 18 pp.
- McLaren I, S Brault, J Harwood, D Vardy. 2001. Report of the eminent panel on seal management. Department of Fisheries and Oceans, Ottawa, Canada, 143 pp.
- Pavletic MM. 1986. Gunshot wounds in veterinary medicine: projectile ballistics. Part I. *Compendium of Continuing Education for the Practicing Veterinarian* 8:47-60.
- Paul's Silhouette. June 2003. Rimfire ballistics - .22-caliber ballistic comparison table. <http://www3.sk.sympatico.ca/proszak/Rimfire%20Ballistics.html>. Consulté le 5 août 2003.
- Warner K (ed.). 1988. Gun Digest. 42nd Annual Edition, DBI Books Inc., Northbrook, Illinois, 480 pp.

Table 1. Three types of .22-caliber cartridges and bullets used to shoot heads of young harp seals. Of these three types, only the 22-250 centerfire cartridge meets the current Marine Mammal Regulations of the Fisheries Act.^A

Rifle / barrel length (mm, in)	Cartridge and bullet	Muzzle velocity (ft/sec) ^B	Muzzle energy (ft-lbs) ^B	Number of heads tested
Mossberg 740 / 610, 24	.22 rimfire Winchester magnum cartridge and 50-grain, jacketed hollow-point (.22 RM-JHP) bullet ^C	1,650	300	8
Mossberg 740 / 610, 24	.22 rimfire Winchester magnum cartridge and 40-grain, full metal jacket (.22 RM-FMJ) bullet ^D	1,910	324	2
Remington 700VS / 660, 26	22-250 centerfire cartridge and 55-grain, soft-point (22-250 C-SP) bullet ^E	3,700	1,600	2

^A Definition of the terms used in this Table can be found in Pavletic (1986).

^B Velocity and energy data were derived from Warner (1988) and Paul's Silhouette (2003).

^C Because of its soft point, this type of bullet deforms and partially fragments on impact.

^D Because of its solid point, this type of bullet does not deform or fragment on impact.

^E Because of its soft point and high velocity, this type of bullet fragments extensively on impact.

Tableau 1. Trois sortes de cartouches et de balles de calibre .22 employées pour tirer à l'arme à feu des têtes de jeunes phoques du Groenland. Parmi ces trois sortes, seule la cartouche 22-250 à percussion centrale rencontre les exigences du Règlement sur les mammifères marins de la Loi sur les pêches présentement en vigueur.^A

Arme à feu / longueur du canon (mm, pouce)	Cartouche et balle	Vitesse initiale (pieds/sec) ^B	Énergie initiale (pieds-lbs) ^B	Nombre de têtes testées
Mossberg 740 / 610, 24	Cartouche de calibre .22 Winchester magnum à percussion annulaire et balle de 50 grains enveloppée à pointe creuse (balle .22 M- PA-PC) ^C	1,650	300	8
Mossberg 740 / 610, 24	Cartouche de calibre .22 Winchester magnum à percussion annulaire et balle de 40 grains avec enveloppe métallique complète (balle .22 M-PA-EMC) ^D	1,910	324	2
Remington 700VS / 660, 26	Cartouche de calibre 22-250 à percussion centrale et balle de 55 grains à pointe molle (balle 22-250 PC-PM) ^E	3,700	1,600	2

^A La définition des termes employés dans ce Tableau se trouve dans Pavletic (1986).

^B Les données sur la vitesse et l'énergie sont dérivées de Warner (1988) et Paul's Silhouette (2003).

^C À cause de sa pointe molle, cette sorte de balle se déforme et se fragmente partiellement au moment de l'impact.

^D À cause de sa pointe dure, cette sorte de balle ne se déforme pas ou ne se fragmente pas au moment de l'impact.

^E À cause de sa pointe molle et de sa grande vitesse, cette sorte de balle se fragmente considérablement au moment de l'impact.

Figure 1a. Harp seal head #2, shot in the brain case with a .22-caliber rimfire Winchester magnum cartridge and 50-grain, jacketed hollow-point (.22 RM-JHP) bullet. The probes indicate the entry (left side of head) and exit (right side of head) sites of the bullet.

Figure 1a. Tête de phoque du Groenland #2, atteinte dans la boîte crânienne avec une cartouche de calibre .22 Winchester magnum à percussion annulaire et une balle de 50 grains enveloppée à pointe creuse (balle .22 M-PA-PC). Les sondes indiquent les points d'entrée (côté gauche de la tête) et de sortie (côté droit de la tête) de la balle.



Figure 1b. Harp seal head #2, shot in the brain case with a .22 RM-JHP bullet. Multiple fractures of calvarium (top of skull). Fragments of the calvarium (frontal and parietal bones) have been pulled away from the rest of the brain case for a better view, but no artefactual fracture was created in the process.

Figure 1b. Tête de phoque du Groenland #2, atteinte dans la boîte crânienne avec une balle .22 M-PA-PC. Fractures multiples de la calotte crânienne. Les fragments de la calotte (os frontaux et pariétaux) ont été soulevés pour en offrir une meilleure vue, sans qu'aucune fracture artificielle n'ait été produite.



Figure 1c. Harp seal head #2, shot in the brain case with a .22 RM-JHP bullet. Extensive fractures of the floor of the cranial cavity (arrows). The snout is on the right.

Figure 1c. Tête de phoque du Groenland #2, atteinte dans la boîte crânienne avec une balle .22 M-PA-PC). Fractures sévères du plancher de la cavité crânienne (flèches). Le museau est à droite.



Figure 2. Harp seal head #3, shot in the brain case with a .22 RM-JHP bullet. The floor of the cranial cavity, bilaterally in the region of the middle/inner ears, is shattered (arrows).

Figure 2. Tête de phoque du Groenland #3, atteinte dans la boîte crânienne avec une balle .22 M-PA-PC. Le plancher de la cavité crânienne, bilatéralement dans la région des oreilles moyennes/internes, est pulvérisé (flèches).

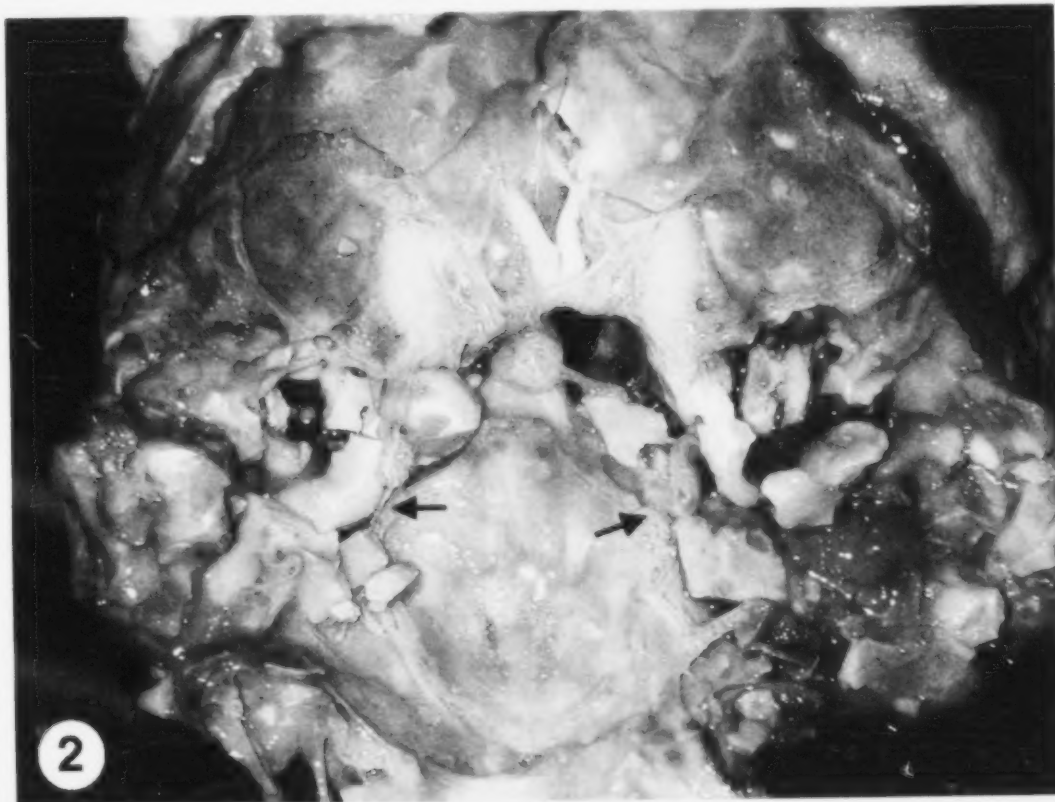


Figure 3a. Harp seal head #1, shot just rostral (anterior) to the eyes with a .22 RM-JHP bullet. Fracture of nasal bones rostral to the orbits (arrow).

Figure 3a. Tête de phoque du Groenland #1, atteinte juste en avant des yeux avec une balle .22 M-PA-PC. Fracture des os nasaux en avant des orbites (flèche).



Figure 3b. Harp seal head #1, shot just rostral (anterior) to the eyes with a .22 RM-JHP bullet. Inner surface of the frontal part of the brain case, showing bone fragments (arrows) in the ventral portion of the left frontal bone. The dura mater (tough fibrous sheet surrounding the brain) was originally intact but has been partly peeled away to show the bone fragments.

Figure 3b. Tête de phoque du Groenland #1, atteinte juste en avant des yeux avec une balle .22 M-PA-PC. Surface interne de la partie frontale de la boîte crânienne, montrant des fragments osseux (flèches) dans la portion ventrale de l'os frontal gauche. La dure-mère (membrane fibreuse robuste entourant le cerveau) était originalement intacte mais a été partiellement soulevée afin de montrer les fragments osseux.

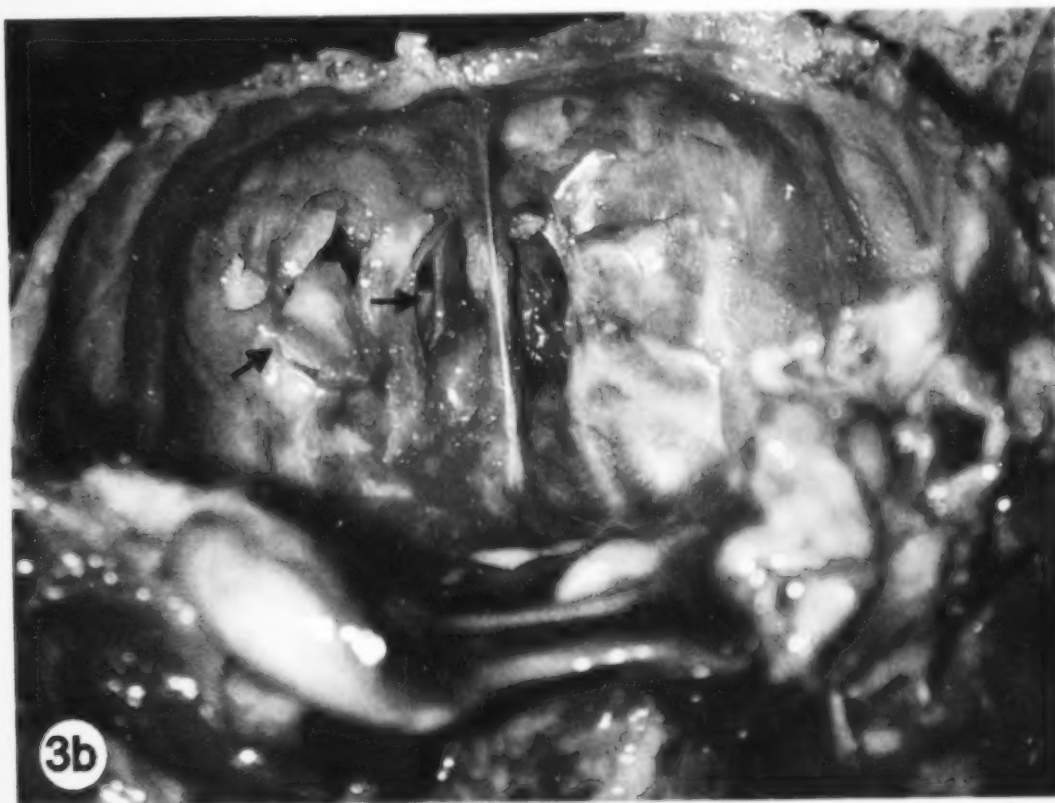


Figure 4a. Harp seal head #5, shot underneath the brain case with a .22 RM-JHP bullet. Ventral surface of skull (outside the brain case), showing small bone fragments in the base of the skull (arrowheads) and multiple fractures of the left tympanic bulla (part of middle ear) (arrow).

Figure 4a. Tête de phoque du Groenland #5, atteinte sous la boîte crânienne avec une balle .22 M-PA-PC. Surface ventrale du crâne (à l'extérieur de la boîte crânienne), montrant des petits fragments osseux dans la base du crâne (pointes de flèches) et des fractures multiples de la bulle tympanique gauche (partie de l'oreille moyenne) (flèche).

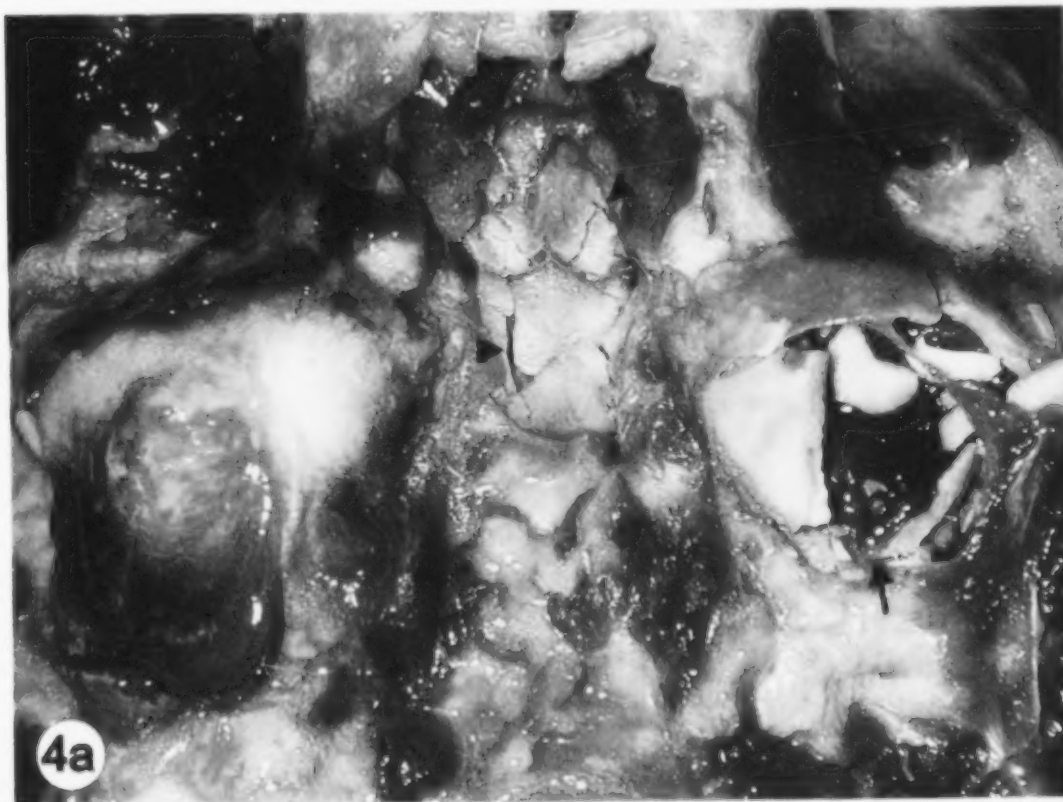


Figure 4b. Harp seal head #5, shot underneath the brain case with a .22 RM-JHP bullet. Intact dura matter covering the floor of the cranial cavity.

Figure 4b. Tête de phoque du Groenland #5, atteinte sous la boîte crânienne avec une balle .22 M-PA-PC. Dure-mère intacte couvrant le plancher de la cavité crânienne.



Figure 4c. Harp seal head #5, shot underneath the brain case with a .22 RM-JHP bullet. Multiple small bone fragments in the floor of the cranial cavity, visible once the dura mater has been peeled away.

Figure 4c. Tête de phoque du Groenland #5, atteinte sous la boîte crânienne avec une balle .22 M-PA-PC. Petits fragments osseux multiples dans le plancher de la cavité crânienne, visibles une fois que la dure-mère a été soulevée.

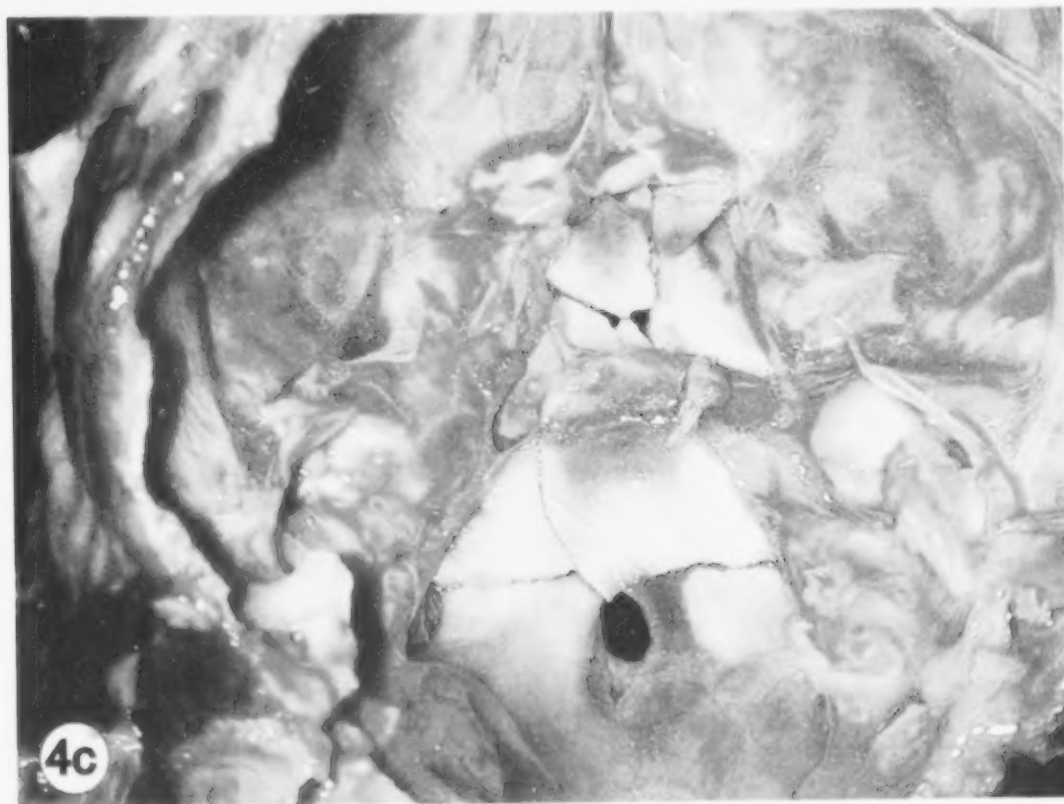


Figure 5a. Harp seal head #11, shot intentionally in the snout with a 22-250-caliber centerfire cartridge and 55-grain, soft-point (22-250 C-SP) bullet. Most of the snout and mandible have been completely destroyed.

Figure 5a. Tête de phoque du Groenland #11, atteinte intentionnellement dans le museau avec une cartouche de calibre 22-250 à percussion centrale et une balle de 55 grains à pointe molle (balle 22-250 PC-PM). La majorité du museau et de la mandibule ont été complètement détruits.



Figure 5b. Harp seal head #11, shot intentionally in the snout with a 22-250 C-SP bullet. Extensive fractures of the floor of the cranial cavity, despite the rostral location of the shot. The snout (what is left of it) is at the right of the Figure.

Figure 5b. Tête de phoque du Groenland #11, atteinte intentionnellement dans le museau avec une balle 22-250 PC-PM. Fractures sévères du plancher de la cavité crânienne, malgré le fait que la balle soit passée à travers le museau. Le museau (ce qu'il en reste) est à droite de la Figure.



Figure 6a. Harp seal head #12, shot in the brain case with a 22-250 C-SP bullet. The probes indicate a small entry wound (left side of head) and a large exit wound (right side of head). There was sufficient internal pressure generated by the trajectory of the bullet to avulse both eyes and split the blubber and skin at the exit wound. Some brain tissue was pushed through the exit wound. The calvarium is collapsed.

Figure 6a. Tête de phoque du Groenland #12, atteinte dans la boîte crânienne avec une balle 22-250 PC-PM. Les sondes indiquent une petite blessure à l'entrée (côté gauche de la tête) et une large blessure à la sortie (côté droit de la tête) de la balle. La trajectoire de la balle a créé suffisamment de pression interne pour causer une avulsion des deux yeux et pour fendre le pannicule adipeux et la peau à sa sortie. Une certaine quantité de tissu cérébral a été poussée à travers la blessure de sortie de la balle. La calotte crânienne est effondrée.



Figure 6b. Harp seal head #12, shot in the brain case with a 22-250 C-SP bullet. All bones of the brain case are shattered. The brain tissue is spread out.

Figure 6b. Tête de phoque du Groenland #12, atteinte dans la boîte crânienne avec une balle 22-250 PC-PM. Tous les os de la boîte crânienne sont pulvérisés. Le tissu cérébral est répandu.



Appendix A

Gross lesions caused by three types of .22-caliber cartridges and bullets in heads of 12 young harp seals (*Pagophilus groenlandicus*) (beaters) shot from a distance of 40 m and from a height of 3-4 m. (The anatomic terminology used to describe fractures of the skull is that of the domestic dog [Evans, 1993]. Although it may not be entirely accurate for harp seals, it provides a good approximation of the location of the lesions.)

- #1. .22-caliber rimfire Winchester magnum cartridge and 50-grain, jacketed hollow-point (.22 RM-JHP) bullet.

Field observations: Entry hole 2 cm below left ear. Bullet appears to have gone through both eyes and exited through right eye: both eyes collapsed, lens from right eye on platform a few cm away. Fracture of nasal bones rostral (anterior) to eyes. Ventral portion of left frontal bone appears fractured on palpation.

Necropsy examination: Fracture of nasal bones rostral to orbits. Fracture of ventral portion of left frontal bone (two fragments, ~15x9 mm and 25x6 mm), but dura mater intact.

- #2. .22 RM-JHP bullet.

Field observations: Entry hole 2 cm ventral and 1 cm caudal to left ear. Location of exit hole not recorded. Multiple fractures of calvarium (top of skull).

Necropsy examination: Entry hole: no cavitation in blubber, small bullet

Appendice A

Lésions macroscopiques causées par trois sortes de cartouches et balles de calibre .22 dans les têtes de 12 jeunes phoques du Groenland (*Pagophilus groenlandicus*) (brasseurs) tirées à une distance de 40 m et d'une hauteur de 3-4 m. (Les termes anatomiques utilisés pour décrire les fractures du crâne sont ceux du chien [Evans, 1993]. Même si ces termes ne sont peut-être pas totalement applicables au phoque du Groenland, ils fournissent une bonne approximation de la distribution des lésions.)

- #1. Cartouche de calibre .22 Winchester magnum à percussion annulaire et balle de 50 grains enveloppée à pointe creuse (balle .22 M-PA-PC).

Observations sur le terrain: Trou d'entrée 2 cm sous l'oreille gauche. La balle semble avoir passé à travers les deux yeux et être sortie par l'oeil droit: les deux yeux sont affaissés, la lentille de l'oeil droit est sur la plate-forme à quelques cm de la tête. Fracture des os nasaux en avant des yeux. À la palpation, la portion ventrale de l'os frontal gauche semble fracturée.

Examen à la nécropsie: Fracture des os nasaux en avant des orbites. Fracture de la portion ventrale de l'os frontal gauche (deux fragments, ~15x9 mm et 25x6 mm), mais la dure-mère est intacte.

- #2. Balle .22 M-PA-PC.

Observations sur le terrain: Trou d'entrée 2 cm ventral et 1 cm caudal à l'oreille gauche. L'emplacement du trou de sortie n'a pas été enregistré. Fractures multiples de la calotte crânienne.

Examen à la nécropsie: Trou d'entrée: aucune cavitation dans le pannicule

fragments present. Exit hole: 3 cm ventral and 5 cm caudal to right ear; 10 mm in diameter on inner surface of blubber, 5 mm in diameter on outer surface of skin; several small bullet fragments on inner surface of skin. Whole calvarium (occipital, both temporal and parietal, both frontal bones) fractured (possibly following some of the suture lines); large fragment (~45x20 mm) broken off right parietal. Both nasal bones protruding over cranial cavity. Fracture of floor of cranial cavity along suture line between occipital and basisphenoid, also along suture line between basisphenoid and frontal (including multiple fragments). Multiple fractures of ventral portion of both frontal bones.

#3. .22 RM-JHP bullet.

Field observations: Entry hole 2 cm ventral and 2 cm caudal to left ear. Exit hole 3 cm ventral and 4 cm caudal to right ear. Multiple fractures of calvarium.

Necropsy examination: Entry hole: 2 mm in diameter on outer surface of skin, 12 mm in diameter on inner surface of blubber. Exit hole: 13 mm in diameter on inner surface of blubber, 6 mm in diameter on outer surface of skin; small bone fragments and bullet fragments in blubber. Brain case in multiple fragments: left parietal and portion of right parietal, remaining portion of right parietal, occipital, left and right temporal shattered (middle/inner ears in pieces), basisphenoid, ventral portion of left

adipeux, petits fragments de balle présents. Trou de sortie: 3 cm ventral et 5 cm caudal à l'oreille droite; 10 mm de diamètre à la surface interne du pannicule adipeux, 5 mm de diamètre à la surface externe de la peau; plusieurs petits fragments de balle sur la surface interne de la peau. Toute la calotte crânienne (os occipital, les deux os temporaux et pariétaux, les deux os frontaux) est fracturée (possiblement le long de certaines des lignes de suture); gros fragment (~45x20 mm) détaché de l'os pariétal droit. Les deux os nasaux surplombent la cavité crânienne. Fracture du plancher de la cavité crânienne le long de la ligne de suture entre les os occipital et basisphénoïde, aussi le long de la ligne de suture entre les os basisphénoïde et frontaux (incluant plusieurs fragments). Fractures multiples de la portion ventrale des deux os frontaux.

#3. Balle .22 M-PA-PC.

Observations sur le terrain: Trou d'entrée 2 cm ventral et 2 cm caudal à l'oreille gauche. Trou de sortie 3 cm ventral et 4 cm caudal à l'oreille droite. Fractures multiples de la calotte crânienne.

Examen à la nécropsie: Trou d'entrée: 2 mm de diamètre à la surface externe de la peau, 12 mm de diamètre à la surface interne du pannicule adipeux. Trou de sortie: 13 mm de diamètre à la surface interne du pannicule adipeux, 6 mm de diamètre à la surface externe de la peau; petits fragments d'os et de balle dans le pannicule adipeux. Boîte crânienne en plusieurs fragments: pariétal gauche et portion du pariétal droit, portion restante du pariétal droit, occipital, temporaux gauche et droit pulvérisés (oreilles

frontal (multiple fragments).

moyennes/internes en morceaux), basisphénoïde, portion ventrale du frontal gauche (plusieurs fragments).

#4. .22 RM-JHP bullet.

Field observations: Entry hole 2 cm ventral and 1 cm caudal to left ear. No exit hole observed. Multiple fractures of calvarium.

Necropsy examination: Entry hole: 2 mm in diameter on outer surface of skin, 6 mm in diameter on inner surface of blubber; small bullet fragments in blubber. Fracture of caudal portion of left zygomatic arch at level of entry hole. No exit hole. Two large bullet fragments (1.5 g, 0.5 g) lodged in soft tissues at caudal end of right zygomatic arch, near junction between right frontal and right temporal bones. Brain case in multiple fragments: much of left parietal and portion of right parietal; occipital detached from right parietal, right temporal and basiphenoid, but not left temporal; whole left frontal and ventral portion of right frontal (multiple fragments).

#5. .22 RM-JHP bullet.

Field observations: Bullet fractured left tympanic bulla and passed beneath brain case, puncturing the larynx. Floor of cranial cavity appears fractured on palpation.

Necropsy examination: Entry hole: 5 cm ventral and 3 cm caudal to left ear; 5 mm in diameter on outer surface of skin, 15 mm in diameter on inner surface of

#4. Balle .22 M-PA-PC.

Observations sur le terrain: Trou d'entrée 2 cm ventral et 1 cm caudal à l'oreille gauche. Aucun trou de sortie observé. Fractures multiples de la calotte crânienne.

Examen à la nécropsie: Trou d'entrée: 2 mm de diamètre à la surface externe de la peau, 6 mm de diamètre à la surface interne du pannicule adipeux; petits fragments de balle dans le pannicule adipeux. Fracture de la portion caudale de l'arche zygomatique gauche au niveau du trou d'entrée. Aucun trou de sortie. Deux gros fragments de balle (1.5 g, 0.5 g) logés dans le tissu mou au niveau de l'extrémité caudale de l'arche zygomatique droit, près de la jonction entre les os frontal et temporal droits. Boîte crânienne en plusieurs fragments: majorité du pariétal gauche et portion du pariétal droit; occipital détaché du pariétal droit, du temporal droit et du basiphénoïde, mais pas du temporal gauche; tout le frontal gauche et portion ventrale du frontal droit (plusieurs fragments).

#5. Balle .22 M-PA-PC.

Observations sur le terrain: La balle a fracturé la bulle tympanique gauche et est passée sous la boîte crânienne, pénétrant le larynx. À la palpation, le plancher de la cavité crânienne semble fracturé.

Examen à la nécropsie: Trou d'entrée: 5 cm ventral et 3 cm caudal à l'oreille gauche; 5 mm de diamètre à la surface externe de la peau, 15 mm de diamètre à

blubber. Exit hole: 5 cm ventral and caudal to right ear; 20 mm in diameter on inner surface of blubber, 6 mm in diameter on outer surface of skin; a few small bullet fragments in blubber. Multiple fractures of left tympanic bulla. Multiple small bone fragments in floor of cranial cavity (involving rostral part of occipital, basisphenoid, presphenoid, both pterygoids), but dura mater intact.

- #6. .22 RM-JHP bullet.
Field observations: Bullet went through caudal region of cranial cavity.

Necropsy examination: Entry hole: 2.5 cm ventral and 5.5 cm caudal to left ear; 2 mm in diameter on outer surface of skin, 10 mm in diameter on inner surface of blubber. Exit hole: 5 cm dorsal and 11 cm caudal to right ear; 20 mm in diameter on inner surface of blubber, 6 mm in diameter on outer surface of skin; several small bullet fragments on inner surface of skin. Brain case in multiple fragments: dorsal part of occipital shattered, fracture of ventral part of occipital at junction with both temporals, fracture of caudal portion of left side of basisphenoid (fragment still attached to ventral portion of occipital), fracture of rostral portion of both parietals, linear fracture of ventral portion of left frontal.

- #7. .22 RM-JHP bullet.
Field observations: Entry hole below

la surface interne du pannicule adipeux. Trou de sortie: 5 cm ventral et caudal à l'oreille droite; 20 mm de diamètre à la surface interne du pannicule adipeux, 6 mm de diamètre à la surface externe de la peau; quelques petits fragments de balle dans le pannicule adipeux. Fractures multiples de la bulle tympanique gauche. Plusieurs petits fragments osseux dans le plancher de la cavité crânienne (impliquant la partie antérieure de l'occipital, le basisphénoïde, le présphénoïde, les deux ptérygoïdes), mais la dure-mère est intacte.

- #6. Balle .22 M-PA-PC.
Observations sur le terrain: La balle est passée à travers la région caudale de la cavité crânienne.

Examen à la nécropsie: Trou d'entrée: 2.5 cm ventral et 5.5 cm caudal à l'oreille gauche; 2 mm de diamètre à la surface externe de la peau, 10 mm de diamètre à la surface interne du pannicule adipeux. Trou de sortie: 5 cm dorsal et 11 cm caudal à l'oreille droite; 20 mm de diamètre à la surface interne du pannicule adipeux, 6 mm de diamètre à la surface externe de la peau; plusieurs petits fragments de balle sur la surface interne de la peau. Boîte crânienne en plusieurs fragments: partie dorsale de l'occipital pulvérisée, fracture de la partie ventrale de l'occipital à sa jonction avec les deux temporaux, fracture de la portion caudale du côté gauche du basisphénoïde (fragment encore attaché à la portion ventrale de l'occipital), fracture de la portion antérieure des deux pariétaux, fracture linéaire de la portion ventrale du frontal gauche.

- #7. Balle .22 M-PA-PC.
Observations sur le terrain: Trou

left ear. Exit at right top of skull.

Necropsy examination: Entry hole: 4 mm in diameter on outer surface of skin, 10 mm in diameter on inner surface of blubber; several small bullet fragments in blubber. Exit hole: 20 mm in diameter on inner surface of blubber, 4 mm in diameter on outer surface of skin; several small bullet fragments in blubber. Wide gap from left to right along dorsal part of frontal bones (shattered). Fractures of left and right parietals and of right nasal. Left nasal bone and ventral portion of left frontal bone shattered.

#8. .22 RM-JHP bullet.

Field observations: First head from which bullet clearly did not exit: one large and several small fragments found on right side of head, embedded in blubber.

Necropsy examination: Entry hole: 3 cm ventral and 6 cm caudal to left ear; 2 mm in diameter on outer surface of skin, 15 mm in diameter on inner surface of blubber; bone fragments and bullet fragments in blubber. Large bullet fragment (1.4 g) in soft tissues, ~2 cm ventral and 5 cm caudal to right ear. Left temporal bone shattered (middle/inner ear in pieces). Basisphenoid detached from all other bones, fractured.

#9. .22-caliber rimfire Winchester magnum cartridge and 40-grain, full metal jacket

d'entrée sous l'oreille gauche. Trou de sortie à la droite du dessus du crâne.

Examen à la nécropsie: Trou d'entrée: 4 mm de diamètre à la surface externe de la peau, 10 mm de diamètre à la surface interne du pannicule adipeux; plusieurs petits fragments de balle dans le pannicule adipeux. Trou de sortie: 20 mm de diamètre à la surface interne du pannicule adipeux, 4 mm de diamètre à la surface externe de la peau; plusieurs petits fragments de balle dans le pannicule adipeux. Grand écart de gauche à droite entre la partie dorsale des os frontaux (pulvérisés). Fractures des pariétaux gauche et droit et du nasal droit. Os nasal gauche et portion ventrale de l'os frontal gauche pulvérisés.

#8. Balle .22 M-PA-PC.

Observations sur le terrain: La première tête de laquelle la balle n'est clairement pas sortie: un gros fragment et plusieurs petits fragments retrouvés dans le pannicule adipeux du côté droit de la tête.

Examen à la nécropsie: Trou d'entrée: 3 cm ventral et 6 cm caudal à l'oreille gauche; 2 mm de diamètre à la surface externe de la peau, 15 mm de diamètre à la surface interne du pannicule adipeux; fragments d'os et de balle dans le pannicule adipeux. Gros fragment de balle (1.4 g) dans le tissu mou, ~2 cm ventral et 5 cm caudal à l'oreille droite. Os temporal gauche pulvérisé (oreille moyenne/interne en morceaux). Basisphénoïde détaché de tous les autres os, fracturé.

#9. Cartouche de calibre .22 Winchester magnum à percussion annulaire et balle

(.22 RM-FMJ) bullet.

Field observations: Entry and exit holes on either side of head. We heard the bullet's ricochet on the ground (after its exit from the head), suggesting lack of bullet destabilization. No evidence of cavitation in skin and blubber wounds. Multiple fractures of calvarium.

Necropsy examination: Entry hole: 2 cm ventral and 9 cm caudal to left ear; 2 mm in diameter on outer surface of skin, 5 mm in diameter on inner surface of blubber. Exit hole: 2.5 cm ventral and 10 cm caudal to right ear; 15 mm in diameter on inner surface of blubber, 5 mm in diameter on outer surface of skin. Occipital bone shattered. Left and right parietal and temporal in multiple large fragments. Fracture of right parietal extending into right frontal. Basisphenoid fractured.

#10. .22 RM-FMJ bullet.

Field observations: Entry and exit holes on either side of head. Multiple fractures of calvarium.

Necropsy: Entry hole: 1 cm ventral and 5.5 cm caudal to left ear; 2 mm in diameter on outer surface of skin, 3 mm in diameter on inner surface of blubber. Exit hole: 1.5 cm dorsal and 9 cm caudal to right ear; 12 mm in diameter on inner surface of blubber, 5 mm in diameter on outer surface of skin. Dorsal part of occipital bone shattered. Other fracture of occipital at level of foramen magnum.

de 40 grains avec enveloppe métallique complète (balle .22 M-PA-EMC).

Observations sur le terrain: Trous d'entrée et de sortie de chaque côté de la tête. Nous avons entendu la balle ricocher sur le sol (à sa sortie de la tête), ce qui suggérait un manque de déstabilisation de la balle. Aucune évidence de cavitation dans les blessures de la peau et du pannicule adipeux. Fractures multiples de la calotte crânienne.

Examen à la nécropsie: Trou d'entrée: 2 cm ventral et 9 cm caudal à l'oreille gauche; 2 mm de diamètre à la surface externe de la peau, 5 mm de diamètre à la surface interne du pannicule adipeux. Trou de sortie: 2.5 cm ventral et 10 cm caudal à l'oreille droite; 15 mm de diamètre à la surface interne du pannicule adipeux, 5 mm de diamètre à la surface externe de la peau. Os occipital pulvérisé. Pariétaux et temporaux gauche et droit en plusieurs grands fragments. Fracture du pariétal droit se prolongeant dans le frontal droit. Basisphénoïde fracturé.

#10. Balle .22 M-PA-EMC.

Observations sur le terrain: Trous d'entrée et de sortie de chaque côté de la tête. Fractures multiples de la calotte crânienne.

Examen à la nécropsie: Trou d'entrée: 1 cm ventral et 5.5 cm caudal à l'oreille gauche; 2 mm de diamètre à la surface externe de la peau, 3 mm de diamètre à la surface interne du pannicule adipeux. Trou de sortie: 1.5 cm dorsal et 9 cm caudal à l'oreille droite; 12 mm de diamètre à la surface interne du pannicule adipeux, 5 mm de diamètre à la surface externe de la peau. Partie

Fractures of left and right parietal, of left temporal, and of dorsal part of both frontal.

dorsale de l'os occipital pulvérisée. Autre fracture de l'occipital au niveau du trou occipital. Fracture des pariétaux gauche et droit, du temporal gauche, et de la partie dorsale des deux frontaux.

- #11. 22-250-caliber centerfire cartridge and 55-grain, soft-point (22-250 C-SP) bullet.

Field observations: Intentional snout shot. Most of snout and mandible completely destroyed. Fracture of rostral part of brain case on palpation, but caudal part seemingly intact.

Necropsy examination: Blubber thickness over head: 13 mm dorsally, 12 mm laterally (left side). Rostral part of mandible and whole snout completely destroyed; several small bullet fragments among shattered tissues of snout. Fracture of left frontal bone near midline. Fracture of right frontal bone just adjacent to midline, extending into right parietal. Other fractures of right parietal lateral to previous fracture and more or less at junction with right temporal. Separation of basisphenoid from presphenoid and from right temporal.

- #11. Cartouche de calibre 22-250 à percussion centrale et balle de 55 grains à pointe molle (balle 22-250 PC-PM).

Observations sur le terrain: Tête atteinte intentionnellement dans le museau. Majorité du museau et de la mandibule complètement détruits. À la palpation, fracture de la partie antérieure de la boîte crânienne, mais la partie caudale semble intacte.

Examen à la nécropsie: Épaisseur du pannicule adipeux recouvrant la tête: 13 mm au niveau dorsal, 12 mm latéralement (du côté gauche). Partie antérieure de la mandibule et tout le museau complètement détruits; plusieurs petits fragments de balle parmi les tissus pulvérisés du museau. Fracture de l'os frontal gauche près de la ligne centrale. Fracture de l'os frontal droit adjacente à la ligne centrale, se prolongeant dans le pariétal droit. Autres fractures du pariétal droit latéralement à la fracture précédente et plus ou moins à la jonction avec le temporal droit. Séparation entre le basisphénoïde, d'une part, et le présphénoïde et le temporal droit, d'autre part.

- #12. 22-250 C-SP bullet.

Field observations: Head shot. Small entry wound and large exit wound approximately at level of ears. Sufficient internal pressure created by the bullet to avulse both eyes and split blubber and skin at exit wound. Fair amount of brain tissue pushed through exit wound. Calvarium completely collapsed.

- #12. Balle 22-250 PC-PM.

Observations sur le terrain: La balle a frappé la boîte crânienne. Petit trou d'entrée et gros trou de sortie approximativement au niveau des oreilles. Suffisamment de pression interne produite par la balle pour causer une avulsion des deux yeux et pour fendre le pannicule adipeux et la peau à

Necropsy examination: All bones of the brain case are shattered. The brain tissue is spread out.

sa sortie. Une bonne quantité de tissu cérébral a été poussée à travers la blessure de sortie de la balle. Calotte crânienne effondrée.

Examen à la nécropsie: Tous les os de la boîte crânienne sont pulvérisés. Le tissu cérébral est répandu.

